


II Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública




Cádiz

25, 26 y 27
de Octubre
de 2012

Colegio Oficial de Ingenieros
Industriales de Andalucía Occidental
Delegación de Cádiz

Organizan:



Fundación
Patrimonio Industrial
de Andalucía











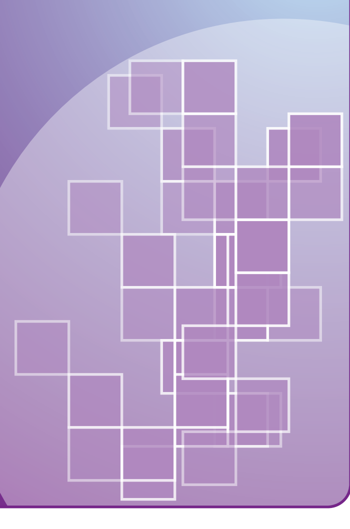


II Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y de la Obra Pública

Inicio
Ponencias
Mesa 1
Mesa 2
Mesa 3

Cádiz

25, 26 y 27 de octubre de 2012



Diseña y Edita:
Rafael Bravo Lozano

ISBN:
978-84-695-9530-5

Depósito Legal:
SE 128-2014

Convoca y Organiza:





Patrocina



Colegio Oficial de
Ingenieros Industriales
Delegación Cádiz



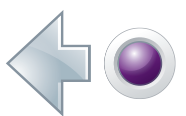




Colabora



Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía
C/ Dr. Antonio Cortés Lladó, 6 - 41004 Sevilla
fupia@coiiaoc.com | www.fupia.es
Tlf.: 954 416 111 - Fax: 954 416 300



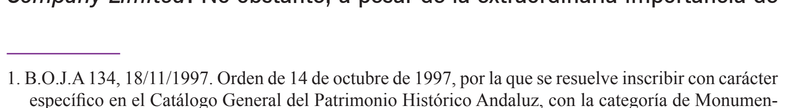


El Muelle de la Compañía de Tharsis en el Puerto de Huelva.

● Antonio Luis Andivia Marchante

1.- Introducción

Uno de los primeros pasos hacia la protección y conservación del patrimonio debe ser su reconocimiento como tal, y para ello tiene que ser catalogado y estudiado concienzudamente. El Muelle embarcadero de mineral de la Compañía de Tharsis (1871/1923), ubicado en el poblado minero de Corrales, término municipal de Aljaraque (Huelva), goza de estatus legal desde el año 1997 en que fue declarado Bien de Interés Cultural e inscrito en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz con la categoría de monumento: *"Desde el punto de vista técnico y científico, este muelle constituye una buena muestra del diseño y la tecnología de vanguardia europea de finales del siglo XIX en materia de ingeniería civil, constituyendo un elemento especializado y singular dentro del ámbito portuario a escala nacional"*[1] . Dicha afirmación deja entrever los aportes más significativos del Muelle de Tharsis a la historia de la arquitectura industrial en suelo español: la introducción en Andalucía de la nueva tipología de muelle de hierro desarrollada en Inglaterra a la luz de la Revolución Industrial y la aplicación del innovador sistema de cimentación creado por el ingeniero irlandés Alexander Mitchell, consistente en la utilización de roscas helicoidales de fundición adosadas a los pilotes de estructuras metálicas tales como puentes, embarcaderos y faros costeros. La integración de este sistema constructivo al conjunto de los ya sancionados por los arquitectos españoles de la época se produjo paralelamente en el norte de la península, concretamente en el litoral gallego, donde el ingeniero guipuzcoano Celedonio de Uribe y Urbiquiain (1823-1871) levantó el Muelle-Embarcadero de Hierro del Puerto de la Coruña (1869), a la sazón primer muelle metálico construido en España (ACINAS GARCÍA E IGLESIAS RODRÍGUEZ, 1996:4), ocupando el Muelle de Tharsis el segundo lugar de una considerable lista de ejemplos que jalonan las costas del país (Fig. 1).



El primer análisis histórico y arquitectónico de esta obra lo incluyó González Vílchez en la publicación *Historia de la Arquitectura Inglesa en Huelva* (1981), fruto de su tesis doctoral. Estudio pionero y riguroso sobre el muelle aunque sin la amplitud que hubiera deseado su autor al estar centrado su objetivo en la profusa herencia arquitectónica de la *Rio Tinto Company Limited*. No obstante, a pesar de la extraordinaria importancia de



Fig. 1 (1) Panorama del actual Muelle de Tharsis desde la ciudad de Huelva, al fondo el poblado minero de Corrales (Asociación Amigos de Tharsis "Ernesto Deligny"); (2) Imagen que presenta hoy la oficina-puente (Antonio L. Andivia).

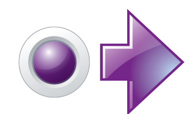
este gigante de hierro, el primer estudio pormenorizado y sistemático que aborda su análisis en base a los fundamentos metodológicos de la Arqueología Industrial pertenece a la investigación realizada por el autor de esta comunicación en 2011. Para ello traté de manera diferenciada cada uno de los múltiples aspectos de su historia, sistema de construcción, técnicas constructivas y método de explotación, así como su intrínseca relación con el conjunto industrial del Puntal de la Cruz y con las instalaciones mineras de Corrales. Proceso que cristalizó en la elaboración del trabajo final del Máster de Arqueología y Patrimonio de la UHU y que sigue vivo en el marco de los actuales trabajos de doctorado orientados al estudio de los muelles históricos del Puerto de Huelva[2].

Estas acciones – estudio y protección legal – suponen dos pasos imprescindibles de cara a la futura conservación del monumento y muestran que nos encontramos ante una obra emblemática de la arquitectura onubense. Ahora bien, dicho estatus legal no ha comprometido la salvaguarda efectiva del bien, encontrándose en estado de total abandono, con imagen de ruina industrial, prohibido su acceso y a riesgo de derrumbe si no se toman medidas de urgencia que culminen en la restauración de la estructura y la puesta en valor de su excepcional atractivo como recurso patrimonial. Rescatar así la memoria del muelle implica asumir una serie de costes que cierta mentalidad tacha de prescindibles dada la coyuntura económica que se atraviesa, por ello debe ser también tarea del investigador contribuir a la difusión de su trabajo para una mayor sensibilización de la sociedad hacia los bienes

1. B.O.J.A 134, 18/11/1997. Orden de 14 de octubre de 1997, por la que se resuelve inscribir con carácter específico en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz, con la categoría de Monumento, el bien inmueble denominado Muelle de Carga de la empresa Compañía Española de Minas de Tharsis, en Huelva.

2. ANDIVIA MARCHANTE, A. L. (2011): El Muelle Embarcadero de Mineral de la Compañía de Tharsis en Corrales, Huelva. Área de Arqueología del Departamento de Historia I, Universidad de Huelva. Trabajo Fin de Máster realizado bajo la dirección del catedrático de arqueología Juan M. Campos Carrasco.







del patrimonio industrial como generadores de una riqueza no sólo cultural sino también económica. Mostramos pues nuestro profundo agradecimiento a la Fundación Patrimonio Industrial de Andalucía por la oportunidad de comunicar los avances de nuestra investigación en las II Jornadas Andaluzas de Patrimonio Industrial y la Obra Pública.

2.- El contexto histórico: Nacimiento, apogeo y ocaso de la Compañía

La construcción del ferrocarril Tharsis-Río Odiel (1867-1871) y el Muelle de Tharsis fue la solución que dio la Compañía minera al reto de transportar el mineral desde los centros de extracción de Tharsis (Alosno) y La Zarza (Calañas) hasta el Puerto de Huelva para su embarque hacia los focos de producción europeos. Situados en la comarca del Andévalo, ambos criaderos pertenecen a una de las provincias metalogénicas más importantes del mundo, la Faja Pirítica Ibérica. Ésta, tras una larga historia jalonada por periodos de aprovechamiento minero intensivo y otros de casi total abandono, verá en los años centrales del siglo XIX el resurgir del laboreo a gran escala propiciado por el proceso de industrialización que venía irradiándose por el continente.

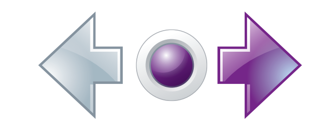
España, ya perdida su hegemonía mundial, se enfrenta en estas fechas al hundimiento de la Hacienda Pública. La espiral de préstamos contraídos con la banca internacional conducen al gobierno a establecer un marco legal apropiado para facilitar la entrada del capital extranjero que permitiera beneficiar el extraordinario potencial que poseían criaderos como los de Huelva, desperdiciados por la administración. Se iniciaba así una nueva y febril fase de explotación protagonizada en gran medida por empresas foráneas que traen la inversión, la tecnología y la cultura industrial para llevar a cabo la extracción del cobre o el máximo aprovechamiento de las piritas y otros minerales que estaban en la base de la industrialización.

En efecto, cobre fino y azufre se consideraban indicadores del desarrollo de un país en el siglo XIX por la cantidad de aplicaciones que tenían en el nuevo mundo que comenzaba: electricidad, colorantes, explosivos, plásticos, medicamentos, fibras artificiales, fertilizantes, vidrio, jabón, papel, etc. La demanda europea de ácido sulfúrico se había satisfecho hasta el momento gracias al azufre nativo italiano, que atravesaba en estos momentos por graves dificultades financieras. Es entonces cuando los industriales europeos fijan su mirada en los yacimientos mineralúrgicos onubenses, cuyos costes de explotación eran relativamente bajos, además de presentar una situación geográfica ventajosa con respecto a las minas africanas o americanas. No sorprende por consiguiente que algunas corporaciones extranjeras recalaran en la provincia de Huelva incluso antes de la materialización del cómodo escenario legal mencionado. Éste es el caso de la *Compagnie des Mines de Cuivre d' Huelva*, que ha pasado a la historia de la minería española por haber reanudado la explotación de las minas de Tharsis, abandonadas desde la antigüedad, y exportar sus productos metálicos al mercado exterior.

Pinedo Vara (1963:57) atribuye el redescubrimiento de estos criaderos al ingeniero de minas sevillano Luciano Escobar, cuya frustrada idea de una explotación a gran escala será retomada por el joven ingeniero francés Ernest Deligny (1820-1898). Éste, en 1853, guiado por Escobar, da buena cuenta del potencial de las masas de mineral y se apresura a comunicárselo a sus patrones, el Duque de Glücksberg y su hijo, el Marqués de Decazes. Enseguida se forma una primera compañía que aporta la inversión inicial para comenzar los trabajos de investigación y desagüe, pero la desconfianza de algunos socios capitalistas lleva a Decazes a captar el interés del financiero Eugène Duclerc, quien funda la referida sociedad francesa *Compagnie des Mines de Cuivre d' Huelva* (1855). La incertidumbre inicial de un negocio como el minero y la grave falta de entendimiento entre Deligny y Duclerc con su consejo directivo causan la dimisión de ambos (1859) y la entidad nombra un nuevo director, Víctor Mercier, quien sanea en parte las maltrechas finanzas de la empresa. Sin embargo, nuevos problemas económicos lo conducen a Charles Tennant, gran industrial escocés dueño de las factorías de ácido sulfúrico más importantes del Reino Unido. Así, el 27 de octubre de 1866 Tennant fundaba en Glasgow el grupo *The Tharsis Sulphur and Copper Company Limited*. La seguridad que aporta la nueva compañía posibilita la construcción de la infraestructura decisiva que permitirá la multiplicación de las cifras de producción de modo vertiginoso y su consolidación en el selecto grupo de la minería pirítica internacional: el Ferrocarril Tharsis-Río Odiel (1867-1871) y el Muelle Embarcadero de Mineral en el Puerto de Huelva (1871).

Desde 1880 hasta la Primera guerra Mundial la participación de la *Tharsis Sulphur y la Riotinto Company* en el mercado europeo de piritas supuso el 50,9 % del total, constituyéndose como las compañías más fuertes en la minería del cobre mundial. Tras la nefasta coyuntura bélica la demanda exterior iría decreciendo paulatinamente. En 1920 asciende a la presidencia de la sociedad uno de los prohombres de la historia de la minería de Huelva, Guillermo Rutherford, que acomete bajo su largo mandato (1920-1963) la construcción de importantes infraestructuras como la ampliación del Muelle (1919-1923). Acaecida su muerte, la nacionalización de The Tharsis Sulphur & Copper Company Ltd. era inminente. En 1966, cien años







después de fundarse la compañía escocesa, se creaba la sucursal española Compañía de Azufre y Cobre de Tharsis, versión nacionalizada de la anterior pero con una importante participación de capital belga. La última crisis de las piritas fue en la década de los setenta y el mercado exterior se redujo en un 50%. Cumpliendo con la legislación vigente[3], en 1979 se constituye la Compañía Española de Minas de Tharsis, que suponía la nacionalización definitiva de la sociedad minera.

Entre las décadas de 1980 y 1990 el declive minero de Huelva fue ya imparable. En 1987 sólo quedaban las dos principales compañías exportadoras: Río Tinto Minera, S.A. y Cía. Española de Minas de Tharsis, que desaparecerá en 1995, pasando a ser gestionada por sus trabajadores como Sociedad Anónima Laboral Nueva Tharsis. Durante los años siguientes, el único cliente de Nueva Tharsis fue la empresa de fertilizantes químicos Fertiberia, asentada en Huelva y destinataria de toda la producción de pirita cruda hasta 1998, año en que anuncia la decisión de no renovar el contrato de compra de mineral con la nueva sociedad. Las minas de Tharsis se ven abocadas al cierre, terminando así uno de los capítulos más importantes de la crónica minera onubense.

3.- De la trascendencia al olvido: Historia del Muelle de Tharsis

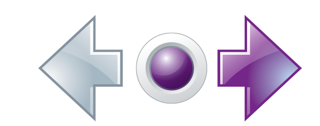
La importancia determinante que para el comercio de los productos mineros tenía la instalación de una adecuada y moderna red de transportes capaz de trasladar el mineral con rapidez y eficacia desde los criaderos de Tharsis y La Zarza hasta el Puerto de Huelva la vislumbra Ernest Deligny nada más comprobar la "*grandiosidad de las minas y el porvenir del negocio*" (DELIGNY, 1863:214). Éste levanta las primeras infraestructuras de transporte (caminos y carreteras) y un primer enclave portuario en el Charco (Gibraleón) con un modesto embarcadero de madera[4]. Aquí llegaban un sinnúmero de arrieros que transportaban el mineral a lomos de más de dos mil caballerías para descargarlos en barcazas que lo trasladaban a los buques de vapor anclados en las zonas de la ría con suficiente calado. Para relegar este pesado y duro transporte la Compañía solicitó autorización para la construcción de un camino de hierro. En 1858 se aprobaba el proyecto de ley para otorgar la concesión del ferrocarril desde Tharsis al estero El Fraile, situado entre El Charco y el Puntal de la Cruz (SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ, 2006-2007:208), pero los duros requisitos que establecía el Pliego de Condiciones y graves dificultades financieras dan al traste con el proyecto.

Una de las primeras decisiones que toma Víctor Mercier tras su designación como director de la Compañía es pagar la elevada fianza del ferrocarril y aceptar el Pliego de Condiciones[5]. El nuevo proyecto, encargado a una empresa belga, tampoco llega a buen puerto ya que debido a dificultades económicas las minas son alquiladas por el grupo formado por Charles Tennant, The Tharsis Sulphur & Copper Company Ltd. El nuevo diseño, que desechaba en gran medida el anterior[6], es encargado al ingeniero escocés William Moore[7] (1834-1889), quien firma la línea, los puentes y el muelle junto a James Pring. Así, el 29 de junio de 1867 se presentaba el "Proyecto Reformado del Ferrocarril Minero de Tharsis al Odiel". El certificado de terminación de las obras se firmó en la primavera de 1870, quedando la línea abierta al tráfico el 6 de febrero de 1871. El gran desembolso realizado por la empresa pronto empezó a dar sus frutos[8]: 326.040 toneladas de mineral se exportaron del grupo Tharsis en 1873 frente a las 184.511 que se habían exportado en 1870 antes de la construcción del muelle (PINEDO VARA, 1963:199-200).

En los albores del siglo XX la producción de la compañía había alcanzado su cenit y ésta decide ampliar el muelle con un nuevo ramal de embarcadero adosado al viaducto del antiguo (Fig. 2), el cual presentaba entonces serias dificultades para verificar la carga del gran volumen de mineral procedente de las minas. Cuando entró en servicio la nueva plataforma de embarque, la anterior quedó como muelle auxiliar, donde se recibirían productos importados tales como carbón, madera y materiales de repuesto, liberando al nuevo embarcadero de aquellos trabajos que podían entorpecer las labores de embarque de sus minerales (CARVAJAL QUIRÓS, 2004:108). A

3. Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.
4. A.A. (Archivo de Alosno). Antecedentes sobre la carretera de Minas de Tharsis al Río Odiel (1867-1868). Declaración de uso público del camino construido por la empresa Tharsis en 1857 para el arrastre de sus minerales por el término de Alosno (1868). Fondo Compañía de Azufre y Cobre de Tharsis. Caminos Vecinales (1857-1962), leg. 213.
5. Boletín Oficial del Ministerio de Fomento. Pliego de condiciones particulares para la concesión del ferro-carril de las minas de Tharsis al punto denominado del Fraile, en la orilla derecha del río Odiel. Tomo IV, Nº 62, Año 2 (1863).
6. Para conocer las críticas de la "Tharsis Sulphur" al proyecto belga pueden consultar GONZÁLEZ VÍLCHEZ, M. (1981): Historia de la Arquitectura Inglesa en Huelva, pp. 305-306.
7. Nacido en Penstone, Escocia, y formado en Glasgow, llega a Huelva en 1866, siendo nombrado miembro de la Institution of Civil Engineers de Londres en 1870.
8. Sánchez Domínguez (2006-2007:214) desgrana el coste total incluyendo estudios previos, expropiación de terrenos, locomotoras, puentes, estaciones, talleres, telégrafo, etc. La cifra ascendió a 9.088.968,95 de pesetas, siendo el coste del embarcadero de 1.223.145,12.







instancias del Gobierno Civil de la Provincia de Huelva la Dirección General de Obras Públicas otorgaba la autorización para la ampliación el 1 de julio de 1916[9], siendo encargada por la compañía al *consulting* de Glasgow *Arrol & Company Limited*, una de las empresas líderes de Europa en materia de ingeniería civil. Su fundador, el ingeniero escocés William Arrol (†1913), había participado en la construcción de algunos de los puentes más notables de la época como el Forth Bridge de Edimburgo (1890) o el Puente de la Torre de Londres (1894). Según De Paz López y De Paz Sánchez (2006-2007:472) la reforma se realizó entre 1919 y 1923, lo cual no corresponde con lo prescrito por la Dirección General de Obras Públicas.

En 1955 se procedió a la sustitución de las vigas transversales de madera sobre las que apoyaban los carriles de la vía central del viaducto, y a fines de la década se colocaron tirantes formados por dos redondos de 40 mm de diámetro en las vigas longitudinales, desde el pilote nº 35 hasta el nº 68. En los sesenta, a pesar del futuro incierto que presentaba el comercio mundial de piritas, se produce una coyuntura favorable para la Compañía: la instalación del Polo de Promoción Industrial (1964) entre la ciudad de Huelva y la Punta del Sebo. La sociedad encarga en 1965 una inspección de la estructura metálica a la Arrol & Company Ltd. para estudiar la posibilidad de atraque de barcos de mayor tonelaje: se sustituyen dos de las vigas longitudinales y se hacen pruebas de resistencia. El estudio se completó con una revisión general en 1970 y los cálculos de estabilidad confirmaron que el muelle estaba en perfectas condiciones para realizar los trabajos que se preveían.



Fig. 2 (1) Muelle primitivo; (2) Ampliación; (3) Estado actual. La fotografía original fue tomada en 1980 (FOAT. Fotografía Aérea y Terrestre).

Inmersa la ya nacionalizada Compañía en la crisis final de las piritas y con el embarcadero primitivo fuera de servicio desde 1966, se dirige al Ministerio de Obras Públicas solicitando autorización para la demolición del muelle 1, obteniendo respuesta favorable el 14 de febrero de 1980.[10] Una de las razones que se argumentaron para conceder el desmantelamiento fue el "*peligro de incendio de la plataforma y de sus defensas de madera*". La peculiar forma en "Y" se borraba para siempre del perfil de la ría. El material se destinó a la venta como chatarra, triste final para una de las obras precursoras en España de la ingeniería marítima en hierro.

El muelle 2 aún estuvo activo durante los ochenta, pero en los inicios de la década siguiente quedaba fuera de servicio "*...por el elevado coste que suponía mantener una infraestructura mecánica óptima... cuando la afluencia de barcos que requerían mineral procedente de sus instalaciones mineras en la comarca andevaleña se había reducido a la mínima expresión – uno al mes.*"[11]. Enrique Pérez, director de la Autoridad Portuaria durante veinte años, certifica que el fin de su actividad se produjo en 1991[12], mientras que Chapela Cabrera (1999:100) concreta que "*su último servicio de mineral*" fue el 5 de junio del mismo año. Los gestores de la entidad minera, en proceso de liquidación, optan por dar salida al producto desde las instalaciones del puerto de Huelva, se despreocupan del mantenimiento del muelle y lo abandonan a su suerte.

El estado crítico que hoy presenta es resultado de un cúmulo de despropósitos que se han venido sucediendo desde su cierre: robos, vandalismo y desguaces como el iniciado en 1993 por la empresa Antonio España e Hijos S.L., que inicia la retirada de las partes férreas del muelle (raíles, vagonetas, locomotoras, norays, etc.). En 1994 el periodista Antonio de

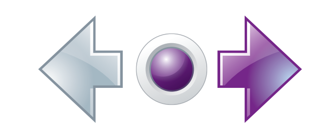
9. A. A. P. H. (Archivo de la Autoridad Portuaria de Huelva). Ampliación del Muelle de Corrales. Expediente de concesiones en la zona de servicio. Compañía Española de Minas de Tharsis, S.L. 10 de julio 1916.

10. A. A. P. H. Autorización a la Cia. Española de Minas de Tharsis, S.A., para la demolición del muelle núm. 1 del Departamento de Corrales, en el Puerto de Huelva. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Puertos y Señales Marítimas. Sección de Proyectos y Obras. Madrid, 14 de febrero de 1980.

11. Periódico local Huelva Información, 25 de febrero de 1994.

12. A. A. P. H. Informe Técnico sobre el Muelle de la Cía. Española de Tharsis. Junio, 2003. Memorias de la Autoridad Portuaria de Huelva.







Padua Díaz asiste con sorpresa desde la azotea de su casa al desmontaje de las dos grúas del muelle. La sociedad onubense alza su voz y clama por la paralización de las obras de demolición a través de los diarios locales. Estamos ante el inicio del proceso de declaración del inmueble como Bien de Interés Cultural. El 9 de marzo del citado año, a instancias de la Delegación Provincial de Cultura, la Dirección General de Bienes Culturales paraliza el desmantelamiento e inmediatamente incoa su inscripción en el Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz. Esta tramitación no impidió que en 1995 se produjera otra polémica intervención: la Confederación Hidrográfica del Guadiana recibía autorización de la Compañía para instalar una enorme tubería para el embarque de agua con destino a Cádiz, Ceuta y Algeciras mediante buques cisterna para paliar los efectos de la sequía que estaban padeciendo. Al fin la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía resolvió inscribir el bien con la categoría de monumento a través de la Orden de 14 de octubre de 1997.

Desafortunadamente la figura legal no conllevó una protección real del bien y en 1999 se produjeron dos incendios que obligaron a la Autoridad Portuaria a acelerar el complejo trámite iniciado en 1993 para el traspaso de la titularidad del bien a la citada institución. Incoado expediente de caducidad de la concesión del muelle[13], en abril de 2003 se produjo otro incendio y "*durante las labores de extinción se cortaron y arrojaron a la ría un gran número de tablones que obligaron la retirada de éstos por cuestiones de seguridad marítima*"[14]. Así las cosas, en septiembre de 2003 se declaró la caducidad del título administrativo y el muelle pasó a manos del Puerto de Huelva, que lo ha tutelado hasta el día de hoy.

4.- Arquitectura e ingeniería del Muelle

4.1.- De la procedencia británica de la tipología

En el Reino Unido los antiguos muelles de fábrica fueron sustituidos a finales del siglo XVIII por los primeros embarcaderos de madera, cuya airosa estructura a base de pilotes de cimentación suponía una alteración mínima del régimen de las corrientes y evitaba los aterramientos. Este tipo de embarcadero avanzado, perpendicular a la línea de costa o de ribera, fue la solución más práctica que los ingenieros británicos idearon para hacer frente al principal problema del embarque de mercancías en los puertos: el calado. Así pues, durante la primera mitad del siglo XIX se construyeron en las islas británicas numerosos embarcaderos de madera, sin embargo éstos presentaban graves problemas de conservación (incendios, deterioro por hongos y ataques de invertebrados) y en torno a 1850 fueron sustituyéndose progresivamente por embarcaderos metálicos (GONZÁLEZ GARCÍA DE VELASCO Y GONZÁLEZ VÍLCHEZ, 2009: 675). El de Courtown en Waxford (Irlanda), construido por Alexander Mitchell en 1847, fue uno de los que inauguró la nueva tipología, aplicando además por primera vez en un muelle el sistema de roscas de fundición patentado por su autor (DEL VALLE ARANA, 1860: 272). La progresión de la siderurgia había permitido a los ingenieros británicos, ajenos a las prescripciones académicas y estatales que en España limitaban la experimentación, elevar el hierro a la categoría de nuevo material constructivo y gestar una verdadera revolución en el arte de construir.

Los nuevos muelles se levantarán enteramente en fundición y hierro forjado, salvo en el entarimado superior de madera. El hierro fundido, por su gran resistencia a la compresión y a la oxidación, se usó para la fabricación de los pilotes y pilares de sustentación de la estructura, mientras que el forjado, dadas las altas prestaciones que ofrecía ante tracción y flexión, se aplicó a las vigas longitudinales y transversales que sostenían el piso superior sobre el que se realizaban las maniobras de embarque, usándose también para los perfiles diagonales que arriostraban el pilotaje. Más tarde, a fines del XIX, el acero se iría imponiendo en este tipo de arquitectura industrial.

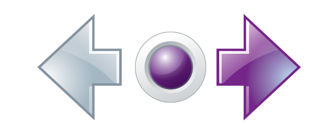
Aunque surgieron diversas formas como la de cabeza en "T"[15], la más habitual fue la del muelle o viaducto que se prolongaba a lo largo hasta desembocar en el embarcadero propiamente dicho, que constituía un ensanche en planta de la estructura. El éxito de la nueva tipología fue inmediato y en muy poco tiempo se extendió por todo el mundo, especialmente en Europa y las áreas de influencia del Imperio Británico.

4.2.- Situación y sistema constructivo: unidades, elementos y materiales

El territorio recorrido por la sinuosa línea que describe el Muelle embarcadero de mineral de la Compañía de Tharsis pertenece a los términos municipales de Aljaraque y Huelva. Se trata de un espacio de marismas y esteros declarado Reserva de la Biosfera en 1983 y constituido como Paraje Natural Marismas del Odiel en 1989. Flanqueado por el estero de San An-

13. A. A. P. H. Propuesta de incoación de expediente de caducidad. Expediente C-124 Compañía Española de Minas de Tharsis. 23 de abril de 2003.
14. A. A. P. H. Actuaciones realizadas en el Muelle de Tharsis. Grupo de Intervención del Puerto de Huelva (SEIS).
15. Ejemplos de esta tipología en España son el Muelle de la Reina en La Rábida, Huelva (1892) y el Muelle de Hierro de Vigo (1893).







drés y la ría de Aljaraque, el muelle arranca en la porción de tierra llamada Puntal de la Cruz y termina en la orilla derecha del río Odiel, opuesta a la ciudad de Huelva. Se aprovechó así el saliente del Puntal para fijar los pilotes de apoyo de la zona inicial del viaducto en un área lo suficientemente firme. De todos los autores que se han referido al Muelle solamente Braulio Santamaría se cuestiona esta ubicación: "*...sin que podamos explicarnos justificadamente las razones que existieran para que dejara de construirse en la orilla izquierda, que es donde d ebiera estar con gran beneficio para el vecindario y comodidad de la empresa.*" (SANTAMARÍA Y SÁNCHEZ, 1882:32). Es poco probable que la construcción de una gran obra como ésta, que cambiaría para siempre la imagen y los usos del río, no generara opiniones enfrentadas en la sociedad onubense de la época. Ahora bien, más que achacarle la obstaculización de la navegabilidad del puerto, Santamaría parece referir al revulsivo económico que para la ciudad hubiera supuesto la ubicación del muelle en la margen de Huelva, creando puestos de trabajo, impulsando las industrias auxiliares locales y evitándole a la Compañía la construcción de todo un poblado minero como fue Corrales.

González Vílchez (1981: 313-314) describe un primer proyecto de muelle con cabeza triangular que no llegó a materializarse. Este diseño fue sustituido por el prototipo clásico de cabeza lineal ampliada por un embarcadero de mayor latitud. El muelle primitivo, cuya manga de acceso será compartida por el nuevo ramal de embarcadero construido en el primer cuarto del siglo XX, se componía de un largo viaducto de 809 m de longitud. Éste comenzaba con un tramo curvo y enlazaba con otro rectilíneo para volver a curvarse y terminar en la zona de la plataforma de embarque, con una longitud total aproximada de 900 m. De esta forma se extendía considerablemente hacia la zona del río con mayor calado. Hasta muy cerca del embarcadero existía una sola vía de ferrocarril que antes de acceder al mismo se bifurcaba en tres, continuando hasta el final del mismo. Dicho embarcadero medía 97,6 m de largo por 15,2 m de ancho según Santamaría y Sánchez (1882:33-34), si bien González Vílchez (1981:314) amplía las medidas a 100 por 20 m.

La estructura del muelle es modular y el tramo inicial de una sola vía está sostenido por pilotes tubulares en núcleos de dos alineaciones, separados transversalmente 3,048 m y longitudinalmente 6,096 m. La sección de los pilotes es circular, solución que era la más generalizada en la época al presentar menor resistencia al embate de las corrientes. Al bifurcarse la vía, los pilotes pasaban a ser tres en cada alineación transversal en el segundo tramo, y en el tramo final de la plataforma de embarque el tablero descansaba sobre filas transversales de siete pilotes cada una. El diámetro de estos pilotes de fundición es de 25 cm y están arriostrados por cruces diagonales clásicas de perfiles metálicos. Este entramado metálico aportaba la estabilidad necesaria para sostener las cargas verticales a las que sería sometido el muelle, pero no podría ofrecer la misma resistencia ante el empuje producido por el atraque de los buques. Se crea pues una fuerte estructura flexible de madera, independiente del pilotaje de hierro, para soportar las presiones horizontales, transmitidas directamente a pilotes centrales de madera sin afectar al armazón general de hierro. Este concepto de estructura flexible, elástica e hiperestática respondía a la experiencia de los ingenieros británicos de la época, conservando aún su vigencia en la ingeniería portuaria (Fig. 3).

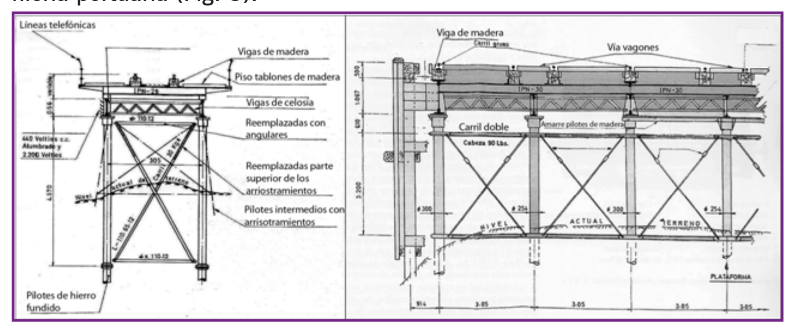
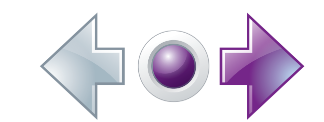


Fig. 3 (1) Sección transversal de viaducto de acceso; (2) Alzado del embarcadero del muelle primitivo (DE PAZ LÓPEZ Y DE PAZ SÁNCHEZ, 2006-2007).

En alzado el muelle presenta una disposición adintelada compuesta por pilotes de fundición que empotran en el subsuelo y son continuados en altura por pilares del mismo material que acogen el entramado horizontal, constituyendo un segundo nivel que no se encuentra cubierto por el agua. Las columnas de fundición no solían tener más de 4 m de altura por limitaciones en su fabricación, por lo que se realizaban en partes que después se unían in situ a través de planchas circulares o discos atornillados con el siguiente cuerpo o, como en el Muelle de Tharsis, a través de una forma acampanada en sus extremos, con basa y capiteles reforzados con nervaduras que permitían el apoyo sobre el tramo inferior y atornillar o roblonar ambos elementos entre sí. Los pilares sostienen grandes vigas longitudinales de 6,10 m de largo formadas por platabandas. Sobre estas vigas descansan otras transversales que se prolongan 1,35 m en planta para formar unas







ménsulas que sostienen las pasarelas laterales del piso superior. Inicialmente estos pilotes se dispusieron pareados, con una distancia entre ejes de 3,05 m y espaciados 6,10 m en el sentido longitudinal. A fines del siglo XIX se acoplaron pilotes intermedios de refuerzo en el tramo inicial del viaducto, concretamente desde el pilote nº 2 hasta el pilote nº 35.

Todo el material del ferrocarril y el muelle fue importado desde Escocia y desembarcado en el Muelle de la Agonía, primera infraestructura del núcleo industrial del Puntal de la Cruz. En concreto Moore definía en su proyecto que serían necesarias 400 toneladas de hierro forjado y 225 de fundición, así como 8.617 traviesas de pino de Escocia y todo el material técnico, incluido el de oficina. El cálculo estaba hecho para una tensión de servicio de 600 kg/cm cuadrado en el hierro forjado y 320 kg/cm en la fundición (GONZÁLEZ VÍLCHEZ, 1981:306-308).

El nuevo ramal construido en 1923 presenta un sistema constructivo muy similar. Enganchaba a 300 m del extremo del existente, bifurcándose como un nuevo brazo. Durante 190 metros avanzaba formando un arco paralelo al exterior hasta desembocar en un embarcadero de 137,10 por 18,28 m (GONZÁLEZ VÍLCHEZ 1981:314), aunque De Paz López y De Paz Sánchez (2006-2007:476) afirman que su longitud, medida sobre estructura, es de 140,30 m, siendo su anchura de 18,30 m. En planta seguía la solución del brazo primitivo, es decir, ampliar el número de pilotes de sustentación en las alineaciones transversales conforme se iban bifurcando las vías superiores, en concreto el muelle de la ampliación tiene alineaciones de dos, tres, cinco y siete pilotes. Al igual que el primer muelle, la plataforma de embarque se protegió con una estructura autónoma de madera que defendía la construcción metálica.

Uno de los elementos más emblemáticos de la imagen del Muelle es la caseta u oficina-puente que se alza sobre la zona de entrada previa a la plataforma de embarque de la ampliación. Desde este espacio los empleados podían divisar el movimiento comercial del muelle y controlar la entrega y recepción de mercancías. Está situada a suficiente altura – 4,26 m sobre la plataforma – como para que por debajo de ella pudieran pasar los trenes, imitando la cómoda disposición adoptada en el Muelle Norte, construido por la Junta de Obras del Puerto de Huelva en 1908. El edificio, cuyo forjado está constituido por una losa de hormigón armado, así como su vuelo perimetral, descansa sobre cuatro vigas de montantes y cruces de San Andrés, formando en planta un rectángulo sobre cuatro castilletes. Consta de un solo piso, abierto con dos ventanas en cada lado mayor y una en cada lado menor. Su estética es "*muy ferroviaria y británica, con vigas de celosía, estructura modulada reflejada al exterior, escaleras metálicas exteriores simétricas y cubierta de chapa galvanizada sobre cerchas metálicas*" (GONZÁLEZ VÍLCHEZ, 1981: 315). En la actualidad, aunque degradada por el paso del tiempo y despojada de todo el material de oficina, conserva íntegra su estructura.

4.3.- Cimentación

Dadas las particularidades de un terreno irregular, arenoso y continuamente sujeto a los vaivenes de corrientes y mareas, uno de los principales retos de Moore fue concebir un sistema de cimentación capaz de resistir el peso de la estructura y el de los trabajos a los que sería sometida. El sistema de cimentación del Muelle de Tharsis, a base de roscas metálicas (Fig. 4), ya se había aplicado con éxito en el Reino Unido. Su artífice, el ingeniero irlandés Alexander Mitchell (1780-1868), lo había patentado en 1834. Los discos de espirales helicoidales, con gran saliente y borde cortante, se fundían en el extremo inferior de los pilotes o se roblonaban a ellos permitiendo la fácil penetración en el subsuelo hasta la profundidad adecuada y proporcionando una sobresaliente superficie de apoyo. La eficacia del nuevo sistema pronto desplazó otros métodos como la cimentación sobre plataforma de roca, la de percusión que hincaba los pilotes por medio de una máquina de vapor o la de inyección de agua a presión por el interior del fuste. La primera obra en la que Mitchell aplicó su inventó fue el faro de Maplin Sand en el estuario del Támesis (1838), iniciando entonces un nuevo camino en la técnica de cimentar estructuras marítimas. En pocos años el invento se extendió por toda Europa, constituyéndose como la mejor solución en faros, puentes, viaductos y embarcaderos de todo el mundo durante la primera mitad del XIX y bien entrado el siglo XX.

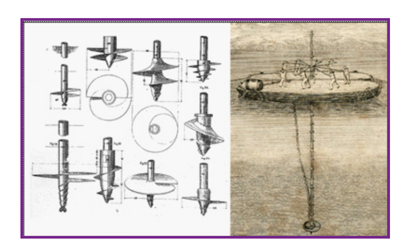
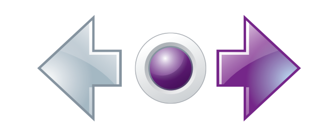


Fig. 4 Dos ilustraciones de Alexander Mitchell: (1) Distintos diseños de helicoides (GONZÁLEZ VÍLCHEZ, 2006-2007); (2) Método de hincado manual (Web).

En arquitectura, los métodos de construcción aparecen siempre limitando, pues corresponde a la técnica ir a la zaga de la teoría, y así muchas formas estructurales teóricamente desarrolladas esperan de un método constructivo capaz de actualizar su potencialidad. No tenemos certeza del procedimiento que se aplicó en el Muelle de Tharsis, pero considerando que para esas fechas aún no se había mecanizado el proceso a través de máquinas de vapor







para atornillar los pilotes, lo más lógico es que se hincaran por el método manual, que había sido el más habitual en los muelles británicos anteriores: sobre una plataforma flotante de madera, anclada tras el replanteo de la estructura, se disponían grupos de operarios que empujaban unos brazos metálicos radialmente adosados al pilote, atornillándolo en el subsuelo hasta alcanzar un estrato lo suficientemente resistente.

4.4.- Sistema de explotación

Los sistemas de carga más usuales en los muelles británicos anteriores eran dos: el clásico parque de grúas y el embarque por gravedad. Éste último, perfeccionado por Thomas E. Harrison en los muelles sobre el río Tyne (1859), comportaba menores gastos de explotación al prescindir de las grúas y el costoso mantenimiento que requerían, produciendo además mayor rendimiento que éstas. Sin embargo, este sistema a base de rampas, que volcaba el mineral directamente desde los vagones a las espitas de descarga, implicaba la construcción de muelles en diversas alturas, suponiendo un elevado sobrecoste en la inversión de primer establecimiento. Moore apostó por el tradicional sistema de grúas intuyendo que así podría satisfacer plenamente el volumen de carga que se esperaba, pero, como ya hemos indicado, a inicios del siglo XX la capacidad de embarque del muelle se mostró insuficiente y tuvo que ser auxiliado con un nuevo embarcadero (Fig. 5).



Fig. 5 (1) De las cuatro grúas que tuvo el embarcadero primitivo, a mediados del siglo XX sólo quedaba una de las dos principales; (2) El embarcadero de la ampliación a pleno rendimiento (Asociación Amigos de Tharsis "Ernesto Deligny").

El parque de grúas del muelle primitivo estaba formado por dos fijas de veinte toneladas, situadas en los costados de la plataforma de embarque, y otras dos más pequeñas en el extremo final de la cabeza del muelle, movibles sobre raíles y de tres toneladas de fuerza. Fueron accionadas por máquinas de vapor[16] hasta que se sustituyeron por motores eléctricos en algún momento posterior a la construcción de la Central Térmica de Corrales (1918). Sin embargo el embarcadero de la ampliación sólo contó con dos grúas, aunque de mayores dimensiones y capacidad de carga, además de incluir el movimiento sobre raíles y potentes motores eléctricos de corriente continua.

Según Braulio Santamaría, en el muelle primitivo podían "*atracar a la vez dos vapores de 1.800 a 2.000 toneladas,... y un buque de vela, de 600 a 800 toneladas, al frente o parte S. del muelle;*". El mismo autor refiere a su rendimiento en los siguientes términos: "*El trabajo que se verifica en el muelle varía según las condiciones de los buques; por término medio... se pueden cargar desde que sale el sol hasta que se pone (horas laborables que permiten las ordenanzas de Aduanas) de 700 a 800 toneladas de mineral por cada grúa.*" (SANTAMARÍA Y SÁNCHEZ, 1882: 36). Respecto a las grúas de la ampliación Carvajal Quirós (2004:108) afirma que permitían un rendimiento aproximado de cuarenta vagones, de diez toneladas de capacidad por hora y grúa, aunque Chapela Cabrera (1999:99-100) rebaja la productividad por hora de cada una de ellas a 350 Tm/h.

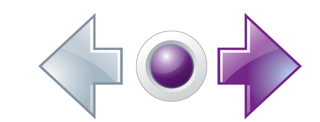
5.- Conclusiones

Las posibilidades que presenta el Muelle de Tharsis para generar conocimiento sobre la historia de ese crisol minero y portuario que fue Huelva durante la segunda mitad del siglo XIX y gran parte del siglo XX se antojan inapreciables, máxime si consideramos que a la vez ese gran relato ilustra, con su aire de progreso y colonialismo, la inserción profunda y original de las penínsulas mediterráneas en el vasto movimiento europeo de la industrialización. Se puede afirmar que estamos ante la representación concreta, bajo forma de artefacto arquitectónico, de la concepción misma de ese proceso histórico en la medida en que condensa en su propia esencia elementos que están en el origen y desarrollo de transformaciones que contribuyeron decisivamente al cambio de era: la industria, la máquina, la ingeniería civil y el ferrocarril.

La gran paradoja de este monumento radica en el abismo que existe entre su extraordinario valor histórico y arquitectónico y su escaso reconocimiento como muestra brillante y pionera del patrimonio industrial español. Como pieza arquitectónica viva que fue durante más de cien años, sus pilotes y vigas oxidados son fiel reflejo de la evolución científica y técnica de la época, no sólo por aplicar en su estructura los nuevos materiales constructivos

16. La máquina de vapor se aplicó por primera vez a las grúas en 1860, permitiendo a estos dispositivos agilizar sus movimientos y acelerar su rendimiento.







El Muelle de la Compañía de Tharsis en el Puerto de Huelva.

● Antonio Luis Andivia Marchante

que contribuyeron a cambiar el paradigma mismo de la arquitectura (hierro, acero y hormigón armado), sino también por alimentar esos colosales brazos que eran las grúas con las nuevas fuentes de energía hijas de la época: el vapor y la electricidad.

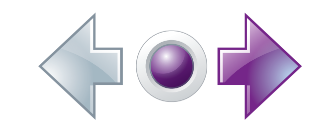
En Huelva el impulso que brindó al desarrollo de la minería contemporánea fue determinante. El inicio de su actividad significaba la resurrección del antiquísimo vínculo entre las minas y el mar. En vano hubiera sido levantar una infraestructura para arrancar y procesar los minerales en los centros de extracción si no se contaba con los medios adecuados para transportarlos hacia el puerto de Huelva y, en última instancia, colocarlos en el mercado exterior. Este requisito, inexcusable pues para garantizar la rentabilidad de las minas, se manifestaría con toda contundencia cuando el 30 de noviembre de 1870 quedó desierta la pública subasta que pretendía enajenar uno de los tesoros nacionales más codiciados de la época, las Minas de Riotinto. El consorcio británico aglutinado por el banquero londinense Hugh Matheson no verificó su intención definitiva de compra hasta que el gobierno español hubo garantizado la titularidad y explotación de la concesión del ferrocarril a *The Rio Tinto Company Limited* (1873). Para entonces el Muelle de la Compañía de Tharsis llevaba ya dos años en activo y le había permitido a la entidad multiplicar las cifras de exportación, inaugurando con ello el proceso de modernización que dotaría al área portuaria de Huelva de un conjunto excepcional de muelles metálicos jamás visto en España en espacio tan reducido. Así, la estela del Muelle de Tharsis fue continuada por el imponente muelle de embarque por gravedad construido por la todopoderosa Rio Tinto Company Ltd. en 1876, amén de otros dos levantados por la Junta de Obras del Puerto de Huelva para satisfacer las necesidades de aquellas empresas que no podían costearse pantalanes propios: el Muelle Sur (1888) y el Muelle Norte (1908), éste último diseñado por el gran ingeniero y director del Puerto de Huelva (1902-1930), Francisco Montenegro, quien concibe una obra que rivalizaría en su momento con los dos colosos británicos.

Uno de los frutos más visibles de la ajetreada vida del Muelle de Tharsis es el que deriva de su íntima condición como generador de formas urbanas, ya que al amparo de su construcción fueron gestándose dos núcleos de actividad industrial unidos por el cordón umbilical del ferrocarril. El estudio de ambos resulta imprescindible para comprender las transformaciones sociales y económicas que afectaron a este territorio como consecuencia de la llegada de la gran entidad minera. El poblado de Corrales, tercer departamento de la compañía junto con Tharsis y La Zarza, concebido para alojamiento de los trabajadores y como planta de trituración del mineral, fue despojado tras el cierre de la empresa de la mayor parte de sus infraestructuras de producción. Se han conservado no obstante la Estación de Ferrocarril (1870), la periférica Central Térmica (1918) y aquellos edificios que el *staff* de la compañía, con esa visión paternalista de sus relaciones con los empleados, construyó para ocio y esparcimiento de éstos: Casino Minero (1918), Teatro-Cinema (1954) e Iglesia Regina Mundi (1956). El otro núcleo, el Puntal de la Cruz, área de infraestructuras ligadas al uso y mantenimiento del muelle y situada en la lengua de tierra que le da nombre, a 1,6 km de Corrales y anexa al mismo, suponía el final de la línea minera. De los edificios que formaban parte del Puntal, como la última estación del ferrocarril, la cantina o el laboratorio auxiliar, sólo queda en pie la Subestación Eléctrica (c.1918), bello ejemplar de arquitectura industrial que conjuga el comedido gusto británico con ciertas reminiscencias de arquitectura popular española. En definitiva, Corrales, Puntal de la Cruz, Muelle y línea de ferrocarril componen un sugestivo paisaje histórico de la producción cuyo análisis ha venido arrojando luz sobre las características de la aportación local a un fenómeno global como fue el de la industrialización.

Desafortunadamente, el Muelle de Tharsis, hito más significativo de este paisaje industrial, languidece sobre las aguas del río que lo vio nacer. A la irreparable pérdida del embarcadero primitivo en 1980 hay que sumarle una larga lista de sucesos nefastos que se han producido desde su cierre en 1991 y que han transformado esta singular obra, ejemplo de una tecnología ya pretérita, en un resto industrial decadente. Lo que hoy podemos observar del Muelle es el viaducto original más el espacio de la ampliación: manga de acceso y embarcadero. Desguaces, pillaje, vandalismo, incendios y la acción de los agentes naturales han desvirtuado la imagen original de la obra. Una vez fuera de servicio la propia Compañía fue desmantelando distintas partes de la estructura para su venta como chatarra: grúas, elementos rodantes (locomotoras y vagones), vías férreas, norays, casetas del guarda agujas, barandillas y todo tipo de elementos aislados como viguetas, traviesas, perfiles metálicos, etc. El Puerto de Huelva, tras hacerse con la titularidad del bien, dio algunos pasos de cara a una futura restauración del Muelle. En 2004 encargó al arquitecto José Álvarez









Checa la realización de un estudio pormenorizado para evaluar su estado , concluyendo que la falta de mantenimiento había provocado la fuerte corrosión de grandes superficies, la pérdida de sección del pilotaje por oxidación, la abrasión de los elementos sumergidos y la pudrición del maderamen. Dentro de esta línea de trabajos previos para la rehabilitación del muelle, la Autoridad Portuaria procedió en 2009 a la retirada de la tubería que había sido instalada en 1995 para el trasvase agua a Cádiz. Hasta la fecha no se ha dado ningún otro paso en la misma dirección, hallándose en un estado de total abandono que pone en riesgo la integridad la estructura, lo que ha motivado la prohibición de su acceso.

Seguir profundizando en el conocimiento de este monumento exige el concierto de un amplio abanico de técnicas, y es que un tipo de patrimonio arquitectónico como el industrial apela a tantas ramas del saber que sólo un equipo multidisciplinar puede afrontar tanto su estudio como cualquier procedimiento que pretenda rescatarlo del olvido a través de su restauración y puesta en valor. En este sentido la Arqueología Industrial deberá jugar un papel crucial. Primero, como disciplina que nos aproxima a una mejor comprensión de las estructuras y mecanismos que generaron el desarrollo de las sociedades técnico-industriales, fundamentalmente a través del estudio histórico y científico de su cultura material, y segundo, como mediadora en un futuro proceso de *rehabitación* que implicará el concurso de diversos especialistas tales como historiadores del arte, arquitectos o ingenieros, si bien la participación de la Antropología, la Sociología o la Economía deben contemplarse como imprescindibles habida cuenta de que una de las máximas aspiraciones de la arqueología contemporánea es iluminar los aspectos intangibles de este pasado relativamente reciente y reflexionar con ello sobre las nuevas formas de vida que se derivaron del proceso de industrialización.

Quizás debemos mirarnos en ese espejo sugerente que es la experiencia de la arqueología británica, preocupada muy tempranamente por la recuperación de los remanentes de su pasado industrial gracias, entre otros factores, al gran empuje del característico asociacionismo inglés. No en vano en 1979 se fundó la *Sociedad Nacional de Muelles* (National Piers Society) para velar por su protección y conservación. En el Reino Unido esta tipología alcanzó un elevado grado de excelencia al transmutarse ya en sus orígenes desde la vertiente industrial a la modalidad de los llamados *pleasures piers* (muelles de placer), que, concebidos para recreo de la ciudadanía, desarrollarían todo un universo de nuevas formas arquitectónicas, algunas verdaderamente bellas y originales. Los esfuerzos realizados desde su constitución, unidos a la feroz batalla que algunas poblaciones locales presentaron, han permitido rescatar algunos muelles que estaban amenazados de demolición.

Esperamos pues que el Muelle de la Compañía de Tharsis corra la misma fortuna y pueda contar tarde o temprano con la imprescindible colaboración de la institución pública, la iniciativa privada y, cómo no, de aquella participación ciudadana que en su día motivó la salvaguarda de lo que ha quedado de la obra.

6.- Bibliografía citada

ACINAS GARCÍA, J. R. E IGLESIAS RODRÍGUEZ, G. (1996): “Muelles de hierro del siglo XIX. El muelle-embarcadero de hierro del puerto de la Coruña”. *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Madrid, 19-21 septiembre 1996, pp. 1-4.

CARVAJAL QUIRÓS, J. M. (2004): *Corrales, azufre, cobre y río. De enclave minero a población dormitorio*, Universidad de Huelva y Ayuntamiento de Aljaraque.

CHAPELA CABRERA, P. (1999): “Los muelles proclaman la realidad del Puerto (1873-1960)”. *El Puerto de Huelva. Historia y Territorio,* dir. y coor. Jesús Monteagudo López-Menchero, Autoridad Portuaria de Huelva, pp. 97-112.

DELIGNY, E. (1863): “Apuntes históricos sobre las minas cobrizas de la Sierra de Tharsis (Thartesis Baetica)”. *Revista Minera, Periódico Científico e Industrial*, tomo XIV, Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, pp. 208-220.

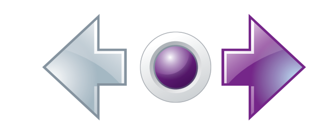
DEL VALLE ARANA, L. (1860): “Muelles-Embarcaderos”. *Revista de Obras Públicas*, año VIII, tomo I, nº 23, Madrid, Escuela de Ingenieros de Caminos, pp. 269-276.

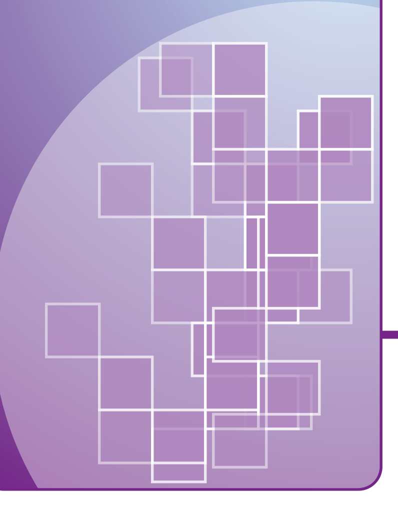
DE PAZ LÓPEZ, J.A. Y DE PAZ SÁNCHEZ, J. J. (2006-2007): “El muelle embarcadero de Tharsis”. *Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva. Un recorrido por el pasado,* dir. Emilio Romero Macías, Huelva, Asociación de Amigos del Ferrocarril “Cuenca Minera de Río Tinto” y Universidad de Huelva, pp. 467-481.

GONZÁLEZ GARCÍA DE VELASCO, C. Y GONZÁLEZ VÍLCHEZ, M. (2009): “La problemática de la construcción y conservación de los embarcaderos de madera en el siglo XIX”. *Actas del Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Valencia, 21-24 octubre 2009, Madrid, Instituto Juan de Herrera, pp. 675-682.

GONZÁLEZ VÍLCHEZ, M. (1981): *Historia de la Arquitectura Inglesa en*







Huelva. Universidad de Sevilla y Diputación Provincial de Huelva.

PINEDO VARA, I. (1963): *Piritas de Huelva. Su historia, minería y aprovechamiento.* Madrid, Editorial Summa, S.L.

SÁNCHEZ DOMÍNGUEZ, F. (2006-2007): "El Ferrocarril Tharsis-Río Odiel". *Los Ferrocarriles en la Provincia de Huelva. Un recorrido por el pasado*, dir. Emilio Romero Macías, Huelva, Asociación de Amigos del Ferrocarril "Cuenca Minera de Río Tinto" y Universidad de Huelva, pp. 207-227.

SANTAMARÍA Y SÁNCHEZ, B. (1878): *Huelva y la Rábida*. 3ª edición 1882, Madrid. Facsímil de 1991, Universidad Hispanoamericana de la Rábida.



